

METHOD AND DEVICE FOR GENERATING THREE-DIMENSIONAL IMAGE

Patent Number: JP10302082
Publication date: 1998-11-13
Inventor(s): HANAOKA TOSHIJI
Applicant(s): SHARP CORP
Requested Patent: ☐ JP10302082
Application Number: JP19970112124 19970430
Priority Number(s):
IPC Classification: G06T15/00; G06T11/00
EC Classification:
Equivalents: JP3330841B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide three-dimensional image generating method and device capable of clipping a polygon object while holding the texture of the object without visualizing the inside of the object.

SOLUTION: At the time of clipping a polygon object, a face register 1 is referred to, whether the direction of a polygon constituting a pixel being processed at present is front or rear at the time of observing it from a screen side is judged, and when the polygon is turned to the front, the luminance of the pixel is obtained by shading calculation and stored in a frame buffer memory 7. When the polygon is turned to the rear side, the luminance of a prescribed rear face is stored in the memory 7.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-302082

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 15/00
11/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/72

4 5 0 K

3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平9-112124

(22) 出願日 平成9年(1997)4月30日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 花岡 利治

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

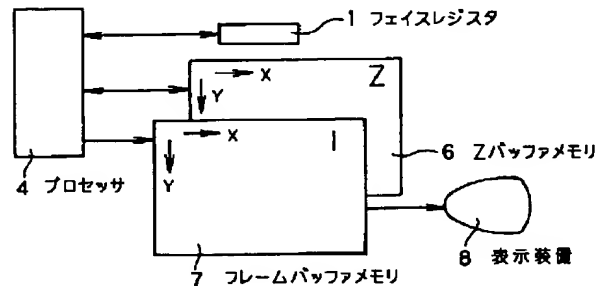
(74) 代理人 弁理士 藤本 博光

(54) 【発明の名称】 三次元画像生成方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 ポリゴン物体内部の可視化を伴うことなく、該ポリゴン物体の質感を保ちながらクリッピングを行うことができる三次元画像生成方法及びその装置を提供することである。

【解決手段】 ポリゴン物体をクリッピングする際に、フェイスレジスタ1を参照して現在処理中の画素を構成するポリゴンの向きが画面側から見て表であるか裏であるかを判定し、表向きのポリゴンであれば、シェーディング計算により当該画素の輝度を求めてフレームバッファメモリ7に格納し、裏向きのポリゴンであれば、所定の裏面輝度をフレームバッファメモリ7に格納する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成する三次元画像生成方法において、

フレームメモリへ描画する画素が前記三次元物体の内部に相当するか否かを判定する第1の工程と、

前記画素が三次元物体の内部であると判定された場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリのメモリ領域を所定の裏面輝度で描画して、視点に近い面でクリッピングされた前記三次元物体の切り口を前記所定の裏面輝度で塗りつぶす第2の工程と、

を具備することを特徴とする三次元画像生成方法。

【請求項2】 前記第1の工程は、図形の裏表を示す面データに基づいて、前記画素が三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする請求項1記載の三次元画像生成方法。

【請求項3】 前記第2の工程は、複数の異なる三次元物体が存在する場合に、各三次元物体にそれぞれ対応する異なる裏面輝度を用いて前記フレームメモリを描画することを特徴とする請求項1記載の三次元画像生成方法。

【請求項4】 ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成するプログラムを格納する記録媒体であって、

視点に近い面でクリッピングする際に前記三次元物体の切り口を塗りつぶすために用いる所定の裏面輝度を示す輝度データと、

フレームメモリへ描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定し、前記画素が三次元物体の内部であると判定された場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリのメモリ領域を前記輝度データで描画して、視点に近い面でクリッピングされた前記三次元物体の切り口を前記所定の裏面輝度で塗りつぶすプログラムと、

を格納したことを特徴とする記録媒体。

【請求項5】 前記プログラムは、図形の裏表を示す面データに基づいて、前記画素が三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする請求項4記載の記録媒体。

【請求項6】 前記輝度データは、三次元物体ごとに異なる裏面輝度を有し、

前記プログラムは、複数の三次元物体が存在する場合に、各三次元物体にそれぞれ対応する裏面輝度を用いて前記フレームメモリを描画することを特徴とする請求項4記載の三次元画像生成方法。

【請求項7】 ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成し、生成した三次元画像を表示部に表示する三次元画像生成装置において、

前記表示部に表示する三次元画像の各画素の輝度を格納するフレームメモリと、

前記フレームメモリに描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定する判定手段と、

前記判定手段が前記画素を三次元物体の内部と判定した場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリの領域を所定の裏面輝度で描画する描画手段と、

を具備することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項8】 図形の裏表を表す面データを一時記憶するフェイスメモリをさらに具備し、

前記判定手段は、前記フェイスメモリに一時記憶した面データに基づいて、前記フレームメモリに描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする請求項7記載の三次元画像生成装置。

【請求項9】 複数の三次元物体の識別情報と裏面輝度とを記憶する裏面輝度記憶手段をさらに具備し、

前記描画手段は、前記判定手段が前記画素を三次元物体の内部と判定した場合には、該三次元物体の識別情報に対応する前記裏面輝度記憶手段に記憶した裏面輝度で前記フレームメモリを描画することを特徴とする請求項7記載の三次元画像生成方法。

【請求項10】 ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成し、生成した三次元画像を表示部に表示する三次元画像生成装置において、

前記表示部に表示する三次元画像の各画素の輝度を格納するフレームメモリと、

図形の裏表を表す面データを一時記憶するフェイスメモリと、

前記フレームメモリに描画した画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定する判定手段と、

前記フレームメモリに記憶したデータと前記フェイスメモリに記憶したデータとから画素の輝度を生成する面処理手段と、

を具備することを特徴とする三次元画像生成装置。

【請求項11】 前記面処理手段は、裏面処理に要するドット数をカウントする裏面カウンタと、

前記裏面カウンタがカウントしたドット値と裏面処理の最後の輝度値とを記憶する記憶手段と、

面データ及び輝度データを記憶するラインバッファと、裏面輝度の輝度デルタ値及び輝度初期値を算出し、算出した輝度デルタ値及び輝度初期値に基づいて疑似シェーディングを行った裏面輝度を算出する算出手段と、

前記算出手段が算出した裏面輝度と前記ラインバッファに記憶した輝度データとのいずれか一方を前記面データに基づいて選択する選択手段と、

を具備することを特徴とする請求項10記載の三次元画像生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、三次元空間上においてポリゴンで構成された三次元物体をクリッピングし

て三次元画像を生成し、生成した三次元画像を表示部に表示する三次元画像生成方法及びその装置に関し、特に、三次元物体の内部の可視化を伴うことなく、該三次元物体の質感を保ちながらクリッピングを行うことができる三次元画像生成方法及びその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、コンピュータグラフィックス（CG）が様々な分野において用いられている。このCGには、リアルな映像が要求されることが多いため、ポリゴンと呼ばれる多角形平面を無数に組み合わせて、三次元物体を構築する三次元グラフィックス技術が用いられることが多い。

【0003】図12は、ポリゴンの一例を示す図である。同図に示すように、ポリゴンからなる三次元物体（以下「ポリゴン物体」と言う。）が視点の近傍に位置する場合には、図中点線で示す部分が視点に近い面でクリッピングされるため、該ポリゴンの三次元物体が点線で示す平面12aで切り取られた画像となる。ここで、このクリッピングとは、スクリーンすなわち視野からはみ出す部分を切り取ることを意味し、視点に極めて近い場所に位置する物体等を排除する際に使用される。

【0004】このように、かかるクリッピングは、視点近傍のポリゴンが画面いっぱいに描画されたり、視点の後ろに位置するポリゴンの虚像が描画されることを防ぐ上で、極めて重要な技術である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のクリッピングを用いた場合には、クリッピングで切り取られた面から物体内部が見えるため、極めて不自然なものとなる。

【0006】図13は、図12に示すポリゴン物体に対して従来のクリッピングを行った一例を示す図である。同図（a）に示すように、従来のクリッピングを行うと、ポリゴン物体から面12aを切り取ることはできるものの、切り取った面の内部が見えてしまうため、意図した物体を表現できない場合が生ずる。例えば、かかるポリゴンを用いて物体の厚みを表現する場合には、たとえテクスチャ技術を駆使して質感を付与したとしても、このクリッピングによって質感を根本的に損なう結果となる。すなわち、ポリゴン物体自体を厚みのある物体と認識させるためには、図13（b）に示すように、物体を構成する全ての面がポリゴンで覆われている必要があるためである。

【0007】このため、従来は、視点の近くに物体を寄せない操作上の制限を課したり、クリッピング面付近の物体を示すデータを出力しないような処理を行うか、又は物体内部が見えないようにする後処理を行うことにより、かかるクリッピングに伴う問題を回避していた。

【0008】しかし、かかる操作上の制限をユーザに強いるのは妥当ではなく、また、狭い空間を表現する場合

には、否応なくクリッピングを伴う場合が生ずる。さらに、部屋の中を表現する場合のように全面をポリゴンで囲むこととすると、必然的にクリッピングを伴ってしまう。このため、視点に近い面でクリッピングを行う際に、ユーザに操作上の制限を強いることなく、ユーザが意図した物体をいかに表現するかが極めて重要な課題となっていた。

【0009】そこで、本発明では、上記課題を解決すべく、ポリゴン物体内部の可視化を伴うことなく、該ポリゴン物体の質感を保ちながらクリッピングを行うことができる三次元画像生成方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、第1の発明は、ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成する三次元画像生成方法において、フレームメモリへ描画する画素が前記三次元物体の内部に相当するか否かを判定する第1の工程と、前記画素が三次元物体の内部であると判定された場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリのメモリ領域を所定の裏面輝度で描画して、視点に近い面でクリッピングされた前記三次元物体の切り口を前記所定の裏面輝度で塗りつぶす第2の工程とを具備することを特徴とする。

【0011】また、第2の発明は、前記第1の工程は、図形の裏表を示す面データに基づいて、前記画素が三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする。

【0012】また、第3の発明は、前記第2の工程は、複数の異なる三次元物体が存在する場合に、各三次元物体にそれぞれ対応する異なる裏面輝度を用いて前記フレームメモリを描画することを特徴とする。

【0013】また、第4の発明は、ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成するプログラムを格納する記録媒体であって、視点に近い面でクリッピングする際に前記三次元物体の切り口を塗りつぶすために用いる所定の裏面輝度を示す輝度データと、フレームメモリへ描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定し、前記画素が三次元物体の内部であると判定された場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリのメモリ領域を前記輝度データで描画して、視点に近い面でクリッピングされた前記三次元物体の切り口を前記所定の裏面輝度で塗りつぶすプログラムとを格納したことを特徴とする。

【0014】また、第5の発明は、前記プログラムは、図形の裏表を示す面データに基づいて、前記画素が三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする。

【0015】また、第6の発明は、前記輝度データは、三次元物体ごとに異なる裏面輝度を有し、前記プログラ

ムは、複数の三次元物体が存在する場合に、各三次元物体にそれぞれ対応する裏面輝度を用いて前記フレームメモリを描画することを特徴とする。

【0016】また、第7の発明は、ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成し、生成した三次元画像を表示部に表示する三次元画像生成装置において、前記表示部に表示する三次元画像の各画素の輝度を格納するフレームメモリと、前記フレームメモリに描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段が前記画素を三次元物体の内部と判定した場合には、該画素の位置に対応する前記フレームメモリの領域を所定の裏面輝度で描画する描画手段とを具備することを特徴とする。

【0017】また、第8の発明は、図形の裏表を表す面データを一時記憶するフェイスメモリをさらに具備し、前記判定手段は、前記フェイスメモリに一時記憶した面データに基づいて、前記フレームメモリに描画する画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定することを特徴とする。

【0018】また、第9の発明は、複数の三次元物体の識別情報と裏面輝度とを記憶する裏面輝度記憶手段をさらに具備し、前記描画手段は、前記判定手段が前記画素を三次元物体の内部と判定した場合には、該三次元物体の識別情報に対応する前記裏面輝度記憶手段に記憶した裏面輝度で前記フレームメモリを描画することを特徴とする。

【0019】また、第10の発明は、ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成し、生成した三次元画像を表示部に表示する三次元画像生成装置において、前記表示部に表示する三次元画像の各画素の輝度を格納するフレームメモリと、図形の裏表を表す面データを一時記憶するフェイスメモリと、前記フレームメモリに描画した画素が前記三次元物体の内部であるか否かを判定する判定手段と、前記フレームメモリに記憶したデータと前記フェイスメモリに記憶したデータとから画素の輝度を生成する面処理手段とを具備することを特徴とする。

【0020】また、第11の発明は、前記面処理手段は、裏面処理に要するドット数をカウントする裏面カウンタと、前記裏面カウンタがカウントしたドット値と裏面処理の最後の輝度値とを記憶する記憶手段と、面データ及び輝度データを記憶するラインバッファと、裏面輝度の輝度デルタ値及び輝度初期値を算出し、算出した輝度デルタ値及び輝度初期値に基づいて疑似シェーディングを行った裏面輝度を算出する算出手段と、前記算出手段が算出した裏面輝度と前記ラインバッファに記憶した輝度データとのいずれか一方を前記面データに基づいて選択する選択手段とを具備することを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態につい

て図面を参照して説明する。

【0022】本実施の形態では、クリッピングによって物体内部が可視化されることを避けるために、表示部位が物体内部であるか否かを判定し、物体内部に相当する部分を所定の輝度で表示することにより物体内部を描画しないよう裏面処理を行うこととしている。例えば、物体内部が見えている部分を灰色で表示すると、クリッピングによる切り口の内部だけが灰色で表示されるため、ユーザにとってはあたかも物体を視点に近い面で切り取ったかのように見える。なお、この裏面処理は、描画時又は表示時に行うことができ、また裏面処理時に行う輝度の決定要領も複数存在するため、下記第1～第4の実施の形態に分けて本発明について説明する。

【0023】＜第1の実施の形態＞第1の実施の形態で用いる三次元画像生成装置は、物体内部に該当する部位を常に固定の輝度で描画するとともに、フレームメモリへの描画時に裏面処理を行うこととしている。

【0024】図1は、第1の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、この三次元画像生成装置は、画素の輝度を格納するフレームバッファメモリ7と、画素の奥行きを格納するZバッファメモリ6と、当該画素生成の元となるポリゴンの裏表を示すデータを一時的に格納するフェイスレジスタ1と、記憶装置から図形データを読み出し奥行き座標値Z及び輝度Iの演算処理や、メモリ及びフェイスレジスタ1に対する奥行き座標値Z及び輝度Iの読み書き処理を行うプロセッサ4と、フレームバッファメモリ7の記憶内容を表示する表示装置8とを有する。

【0025】図2は、図1に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、この三次元画像生成装置では、背景輝度をフレームバッファメモリ7に設定し、奥行き座標値Zの最大値すなわち視点から最も離れた位置の座標値をZバッファメモリ6に設定することにより、フレームバッファメモリ7とZバッファメモリ6を初期化する(S101)。

【0026】次に、三次元物体データで指示された順序に基づいて、ローカル座標で示されたポリゴンの頂点座標を、記憶装置等に格納された指示手順で拡大縮小、回転、平行移動し、表示される画像の基準座標系となるグローバル座標に変換する座標変換を行う(S102)。

ポリゴンの表裏の判定を行って判定結果をフェイスレジスタ1に格納し(S103)、クリッピングを行う(S104)。なお、このクリッピングは、上下左右の面と、奥行き方向で視点に近い面と遠い面とからなる6面に対して行われる。

【0027】そして、クリッピングされたポリゴンをスキャン変換し(S105)、該スキャン変換したポリゴン内の各画素についての奥行き座標値Zを計算する(S106)。算出した奥行き座標値Zと、Zバッファメモリ6に格納されている奥行き座標値ZBとを比較し(S

107)、該奥行き座標値ZがZBよりも視点に近い位置にある場合には、Zバッファメモリ6の内容を算出した座標値Zに置換する(S108)。

【0028】フェイスレジスタ1を参照し、現在処理中の画素を構成するポリゴンの向きが画面側から見て表であるか裏であるかを判定し(S109)、表向きのポリゴンであれば、シェーディング計算(S110)により当該画素の輝度を求めてフレームバッファメモリ7に格納し(S111)、裏向きのポリゴンであれば、所定の裏面輝度をフレームバッファメモリ7に格納する(S112)。なお、上記S106で算出した奥行き座標値ZがZBよりも視点の奥にあった場合には、S107～S112の処理は行わない。

【0029】次に、ポリゴン内部の全ての画素が処理されたか否かを判断し(S113)、ポリゴン内部の全画素の処理が終了していなければS106に移行し、処理が終了していれば、全てのポリゴンが処理されたか否かをさらに判断し(S114)、処理が終了していなければ、S102に移行する。

【0030】上記一連の処理を行うことにより、視点に近い面でクリッピングされた物体の切り口が所定の裏面輝度で塗りつぶされた三次元画像データが、フレームバッファメモリ7に格納されるため、該フレームバッファメモリ7に記憶したデータを表示装置8で表示することにより、三次元画像を取得することができる。

【0031】<第2の実施の形態>ところで、上記第1の実施の形態では、物体内部に該当する部位を固定の輝度で描画することとしたが、物体ごとに異なる輝度で描画することもできる。また、第1の実施の形態では、フレームメモリへの描画時に裏面処理を行うこととしたが、表示時に裏面処理を行うこともできる。このため、第2の実施の形態では、裏面処理において物体IDに対応した輝度で物体内部に該当する部位を描画するとともに、表示時に裏面処理を行うこととする。

【0032】図3は、第2の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、この三次元画像生成装置は、画素の輝度を格納するフレームバッファメモリ7と、画素の奥行きを格納するZバッファメモリ6と、当該画素生成の元となるポリゴンの裏表を示すデータを格納するフェイスメモリ2と、図形データの物体IDを記憶するIDメモリ5と、記憶装置から物体IDを有する図形データを読み出し奥行き座標値Z及び輝度Iの演算処理や、メモリに対するIDデータ、面データ、奥行き座標値Z及び輝度Iの読み書き処理を行うプロセッサ4と、フレームバッファメモリ7の内容とフェイスメモリ2の内容から画素の輝度を生成する面処理装置3と、その出力を表示する表示装置8とを有する。

【0033】図4は、図3に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すよう

に、この三次元画像生成装置では、背景輝度をフレームバッファメモリ7に設定し、奥行き座標値Zの最大値すなわち視点から最も離れた位置の座標値をZバッファメモリ6に設定し、IDメモリ5に初期値0を設定して、フレームバッファメモリ7、Zバッファメモリ6及びIDメモリ5を初期化する(S201)。

【0034】次に、三次元物体データで指示された順序に基づいて、ローカル座標で示されたポリゴンの頂点座標を、記憶装置等に格納された指示手順で拡大縮小、回転、平行移動し、表示される画像の基準座標系となるグローバル座標に変換する座標変換を行う(S202)。物体を構成するポリゴンの一つに着目し、該ポリゴンの表裏の判定を行って判定結果をフェイスレジスタ1に格納し(S203)、クリッピングを行う(S204)。なお、このクリッピングは、上下左右の面と、奥行き方向で視点に近い面と遠い面とからなる6面に対して行われる。

【0035】そして、クリッピングされたポリゴンをスキャン変換し(S205)、該スキャン変換したポリゴン内の各画素についての奥行き座標値Zを計算する(S206)。算出した奥行き座標値Zと、Zバッファメモリ6に格納されている奥行き座標値ZBとを比較し(S207)、該奥行き座標値ZがZBよりも視点に近い位置にある場合には、Zバッファメモリ6の内容を算出した座標値Zに置換する(S208)。

【0036】次に、シェーディング計算(S209)により当該画素の輝度を求めてフレームバッファメモリ7に格納し(S210)、フェイスレジスタ1の内容をフェイスメモリ2に書き込み(S211)、物体IDをIDメモリ5に書き込む(S212)。なお、上記S206で算出した奥行き座標値ZがZBよりも視点の奥にあった場合には、S208～S212の処理は行わない。

【0037】次に、ポリゴン内部の全ての画素が処理されたか否かを判断し(S213)、ポリゴン内部の全画素の処理が終了していなければS206に移行し、処理が終了していれば、全てのポリゴンが処理されたか否かをさらに判断し(S214)、処理が終了していなければ、S203に移行する。なお、全ての物体に対する処理を終了しなければ、ステップ202に移行する(ステップ215)。

【0038】上記一連の処理を行うことにより、IDメモリ5にはスクリーン上の各画素について視点に最も近いポリゴンの物体IDが格納され、フェイスメモリ2には、該物体を構成するポリゴンが視点に対して表向きか裏向きかを示す面データが格納され、フレームバッファメモリ7には、視点に最も近いポリゴンの輝度が格納されることになる。そして、これらのデータは、面処理装置3によって処理され、実際に表示装置8に表示する輝度が算出される。

【0039】次に、図3に示す面処理装置3の細部構成

について説明する。図5は、図3に示す面処理装置3の細部構成を示す図である。図5に示すように、この面処理装置3は、IDメモリ5から取得した物体のIDデータに基づいて裏面輝度を生成するID別裏面輝度生成回路31と、かかる裏面輝度、フェイスメモリ2から受け取る面データ及びフレームバッファ7より受け取る輝度データに基づいて輝度を選択する輝度選択回路32とからなる。

【0040】具体的には、このID別裏面輝度生成回路31では、IDと該IDに対応する裏面輝度を対応づけて登録したテーブルを準備し、受け取ったIDデータによりテーブル検索を行うことにより、裏面輝度を取得することになる。そして、画像を表示する際には、表示座標に対応するフレームバッファメモリ7の輝度データと、IDメモリ5のIDデータと、フェイスメモリ2の面データとが面処理装置3に入力されるため、まず最初にID別裏面輝度生成回路31がIDデータに基づいて裏面輝度を生成し、この面データが「裏」であれば裏面輝度を出力し、「表」であれば輝度データをそのまま出力する。

【0041】このように、第2の実施の形態では、裏面処理において物体IDに対応した輝度で物体内部に該当する部位を描画することとしたので、視点に近い面でクリッピングされた物体の切り口を該物体のIDデータに対応する裏面輝度で塗りつぶされた三次元画像を取得することができる。

【0042】＜第3の実施の形態＞次に、裏面処理として物体IDに対応した輝度を描画し、フレームメモリへの描画時に裏面処理を行う第3の実施の形態について説明する。

【0043】図6は、第3の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。同図に示すように、この三次元画像生成装置は、画素の輝度を格納するフレームバッファメモリ7と、画素の奥行きを格納するZバッファメモリ6と、当該画素生成の元となるポリゴンの裏表を示すデータを格納するフェイスレジスタ1と、フレームメモリ描画時に図形データの物体IDを一時的に記憶するIDレジスタ9と、記憶装置から物体IDを有する図形データを読み出し奥行き座標値Z及び輝度Iの演算処理や、メモリに対するIDデータ、面データ、奥行き座標値Z及び輝度Iの読み書き処理を行うプロセッサ4と、その出力を表示する表示装置8とを有する。

【0044】図7は、図6に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、この三次元画像生成装置では、背景輝度をフレームバッファメモリ7に設定し、奥行き座標値Zの最大値すなわち視点から最も離れた位置の座標値をZバッファメモリ6に設定し、IDレジスタ9に初期値0を設定して、フレームバッファメモリ7、Zバッファメモリ6及

びIDレジスタ9を初期化する(S301)。

【0045】次に、三次元物体データで指示された順序に基づいて、ローカル座標で示されたポリゴンの頂点座標を、記憶装置等に格納された指示手順で拡大縮小、回転、平行移動し、表示される画像の基準座標系となるグローバル座標に変換する座標変換を行う(S302)。物体を構成するポリゴンの一つに着目し、該ポリゴンの表裏の判定を行って判定結果をフェイスレジスタ1に格納し(S303)、クリッピングを行う(S304)。なお、このクリッピングは、上下左右の面と、奥行き方向で視点に近い面と遠い面とからなる6面に対して行われる。

【0046】そして、クリッピングされたポリゴンをスキャン変換し(S305)、該スキャン変換したポリゴン内の各画素についての奥行き座標値Zを計算する(S306)。算出した奥行き座標値Zと、Zバッファメモリ6に格納されている奥行き座標値ZBとを比較し(S307)、該奥行き座標値ZがZBよりも視点に近い位置にある場合には、Zバッファメモリ6の内容を算出した座標値Zに置換する(S308)。

【0047】次に、フェイスレジスタ1を参照し、現在処理中の画素を構成するポリゴンの向きが画面側から見て表であるか裏であるかを判定し(S309)、表向きのポリゴンであれば、シェーディング計算(S310)により当該画素の輝度を求めてフレームバッファメモリ7に格納した後(S311)、物体IDをIDレジスタ9へ書き込み(S313)、裏向きのポリゴンであれば、所定の裏面輝度をフレームバッファメモリ7に格納した後(S312)、物体IDをIDレジスタ9へ書き込む(S313)。なお、上記S306で算出した奥行き座標値ZがZBよりも視点の奥にあった場合には、S308～S313の処理は行わない。

【0048】次に、ポリゴン内部の全ての画素が処理されたか否かを判断し(S314)、ポリゴン内部の全画素の処理が終了していなければS306に移行し、処理が終了していれば、全てのポリゴンが処理されたか否かをさらに判断し(S315)、処理が終了していなければ、S303に移行する。さらに、全ての物体に対する処理が終了したか否かを判断し(S316)、終了していなければS302に移行する。

【0049】上記一連の処理を行うことにより、裏面処理として物体IDに対応した輝度を描画し、フレームメモリへの描画時に裏面処理を行うことが可能となる。

【0050】＜第4の実施の形態＞次に、裏面処理として固定の裏面輝度を用い、フレームメモリへの描画時に裏面処理を行う第4の実施の形態について説明する。すなわち、本実施の形態は、第2の実施の形態からIDデータに関する処理を除いたものである。

【0051】図8は、第4の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。同図に示

すように、この三次元画像生成装置は、画素の輝度を格納するフレームバッファメモリ7と、画素の奥行きを格納するZバッファメモリ6と、当該画素生成の元となるポリゴンの裏表を示すデータを格納するフェイスメモリ2と、記憶装置から図形データを読み出し奥行き座標値Z及び輝度Iの演算処理や、メモリに対する面データ、奥行き座標値Z及び輝度Iの読み書き処理を行うプロセッサ4と、フレームバッファメモリ7の内容とフェイスメモリ2の内容から画素の輝度を生成する面処理装置10と、その出力を表示する表示装置8とを有する。このように、この三次元画像生成装置には、図3に示すIDメモリ5及びIDレジスタ9が設けられていない。

【0052】図9は、図8に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。同図に示すように、この三次元画像生成装置では、背景輝度をフレームバッファメモリ7に設定し、奥行き座標値Zの最大値すなわち視点から最も離れた位置の座標値をZバッファメモリ6に設定し、フレームバッファメモリ7及びZバッファメモリ6を初期化する(S401)。

【0053】次に、三次元物体データで指示された順序に基づいて、ローカル座標で示されたポリゴンの頂点座標を、記憶装置等に格納された指示手順で拡大縮小、回転、平行移動し、表示される画像の基準座標系となるグローバル座標に変換する座標変換を行う(S402)。物体を構成するポリゴンの一つに着目し、該ポリゴンの表裏の判定を行って判定結果をフェイスレジスタ1に格納し(S403)、クリッピングを行う(S404)。なお、このクリッピングは、上下左右の面と、奥行き方向で視点に近い面と遠い面とからなる6面に対して行われる。

【0054】そして、クリッピングされたポリゴンをスキャン変換し(S405)、該スキャン変換したポリゴン内の各画素についての奥行き座標値Zを計算する(S406)。算出した奥行き座標値Zと、Zバッファメモリ6に格納されている奥行き座標値ZBとを比較し(S407)、該奥行き座標値ZがZBよりも視点に近い位置にある場合には、Zバッファメモリ6の内容を算出した座標値Zに置換する(S408)。

【0055】次に、シェーディング計算(S409)により当該画素の輝度を求めてフレームバッファメモリ7に格納し(S410)、フェイスレジスタ1の内容をフェイスメモリ2に書き込む(S411)。なお、上記S406で算出した奥行き座標値ZがZBよりも視点の奥にあった場合には、S408～S411の処理は行わない。

【0056】次に、ポリゴン内部の全ての画素が処理されたか否かを判断し(S412)、ポリゴン内部の全画素の処理が終了していなければS406に移行し、処理が終了していれば、全てのポリゴンが処理されたか否かをさらに判断し(S413)、処理が終了していなければ、S402に移行する。

ば、S402に移行する。

【0057】上記一連の処理を行うことにより、フェイスメモリ2には、該物体を構成するポリゴンが視点に対して表向きか裏向きかを示す面データが格納され、フレームバッファメモリ7には、視点に最も近いポリゴンの輝度が格納される。

【0058】次に、図8に示す面処理装置10の細部構成について説明する。なお、この面処理装置10は、単純な一色の裏面輝度を生成するのではなく、裏面処理範囲外の周囲の輝度により疑似シェーディングを行うものである。なお、かかる裏面処理は、隠面消去終了後のフレームバッファの輝度データが必要であり、表示時に裏面処理を行う三次元画像生成装置上で実現する。

【0059】図10は、図8に示す面処理装置10の構成を示すブロック図である。図10に示す面処理装置10は、ラインごとに裏面処理を行う装置であり、表示のタイミングをずらすことがないように、ラインバッファとパイプライン処理を用いて1画素あたりの処理を1画素表示期間中に終えるよう構成している。

【0060】具体的には、裏面カウンタ140は、裏面処理を必要とする範囲の画素をカウントするカウンタであり、その出力はカウント値FIFO141に格納される。なお、図11には、面データ'0'が表データであり、'1'が裏データである場合を示す裏面カウンタの一例を示している。

【0061】カウント値FIFO141には、面データが裏から表になったときのカウント値が格納されており、このカウント値は裏面処理が必要となる画素の幅に相当する。また、同時にこの時の輝度値が輝度値FIFO142に格納され、該輝度値は、裏面処理の最後の輝度値に相当する。そして、面データは、面ラインバッファ146に入力され、輝度データは輝度ラインバッファ143に入力される。

【0062】上記処理は、1ライン分行われ、FIFOには1ライン分の面処理用のデータが蓄積され、次のステージでは、実際に表示する裏面輝度が生成される。輝度デルタ値/輝度初期値生成回路144は、面ラインバッファの出力する面データが「表」から「裏」になった時に、輝度ラインバッファの輝度と輝度値FIFO142とカウント値FIFO141の出力から初期値とデルタ値を算出する回路である。

【0063】具体的には、

$$\text{輝度デルタ値} = (\text{輝度値FIFO出力ラッチ値} - \text{輝度データ値}) \div \text{カウント値FIFO出力値}$$

$$\text{輝度初期値} = \text{輝度値FIFO出力ラッチ値} + \text{輝度デルタ値}$$
 の算定式から求められる。ここで、輝度値FIFO出力ラッチ値とは、輝度値FIFO142の前の出力をラッチ148でラッチしたものを示す。

【0064】輝度生成回路145は、輝度デルタ値及び

輝度初期値から裏面輝度値を算出する回路であり、具体的には、面データが「表」から「裏」になった時に、裏面輝度を輝度初期値として出力し、面データが「裏」である間、裏面輝度に輝度デルタ値を加算し続け出力する。

【0065】輝度切替回路147は、輝度生成回路145の裏面輝度と輝度FIFO142の出力である輝度データを面データにより切り替える回路である。面データが「表」である場合には輝度データを出力し、「裏」である場合には裏面輝度データを出力する。なお、この輝度切替回路147出力は、表示装置8において表示され、結果として疑似シェーディングを行った面処理済みの画像が生成される。

【0066】このように、本実施の形態では、疑似シェーディングを行う面処理装置10を用いることとしたが、第2の実施の形態と同様に、図5に示す面処理装置3を用いることもできる。

【0067】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明は、ポリゴンからなる三次元物体をクリッピングして三次元画像を生成する際に、フレームメモリへ描画する画素が三次元物体の内部に相当するか否かを判定し、該画素が三次元物体の内部である場合には、該画素の位置に対応するフレームメモリの領域を所定の裏面輝度で描画して、視点に近い面でクリッピングされた三次元物体の切り口を所定の裏面輝度で塗りつぶすよう構成したので、ポリゴン物体内部の可視化を伴うことなく、該ポリゴン物体の質感を保ちながらクリッピングを効率良く行うことが可能となる。

【0068】また、本発明は、図形の裏表を示す面データを格納したフェイスメモリに基づいて、画素が三次元物体の内部であるか否かを判定するよう構成したので、画素が三次元物体の内部であるか否かを迅速に判定することが可能となる。

【0069】また、本発明は、三次元物体が異なる場合に、異なる裏面輝度を用いて描画するよう構成したので、異なる三次元物体を区別して把握することが容易になる。

【0070】また、本発明は、フレームメモリに描画した画素が三次元物体の内部に相当するか否かを判定し、フレームメモリに記憶したデータとフェイスメモリに記憶したデータとから画素の輝度を生成するよう構成したので、柔軟に画素の輝度を変更することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態で用いる三次元画像生成装置

の構成を示すブロック図である。

【図2】図1に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図3】第2の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。

【図4】図3に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図5】図3に示す面処理装置の細部構成を示すブロック図である。

【図6】第3の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。

【図7】図6に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図8】第4の実施の形態で用いる三次元画像生成装置の構成を示すブロック図である。

【図9】図8に示す三次元画像生成装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図10】図8に示す面処理装置の細部構成を示すブロック図である。

【図11】カウントアップ回路を用いた裏面カウンタの一例を示す図である。

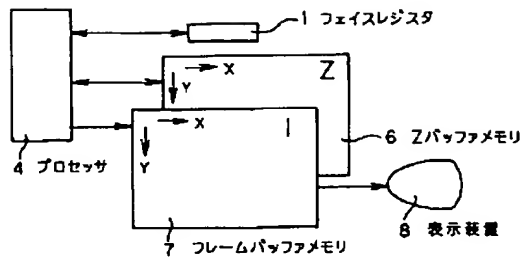
【図12】ポリゴン物体の一例を示す図である。

【図13】図12に示すポリゴンに対して従来のクリッピングを行った一例を示す図である。

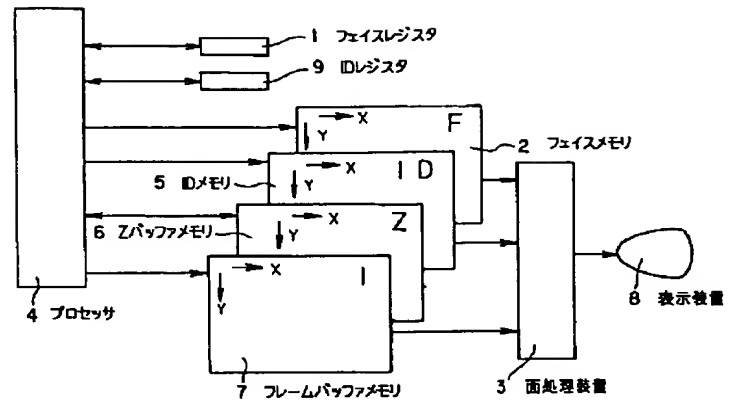
【符号の説明】

- 1 フェイスレジスタ
- 2 フェイスメモリ
- 3 面処理装置
- 4 プロセッサ
- 5 IDメモリ
- 6 Zバッファメモリ
- 7 フレームバッファメモリ
- 8 表示装置
- 9 IDレジスタ
- 10 面処理装置
- 31 ID別裏面輝度生成回路
- 32 輝度選択回路
- 140 裏面カウンタ
- 141 カウント値FIFO
- 142 輝度値FIFO
- 143 輝度値ラインバッファ
- 144 輝度デルタ値／輝度初期値算出回路
- 145 輝度生成回路
- 146 面ラインバッファ
- 147 輝度切替回路

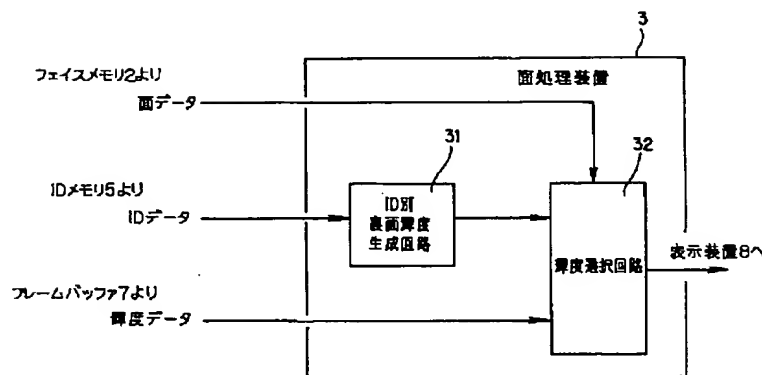
【図1】



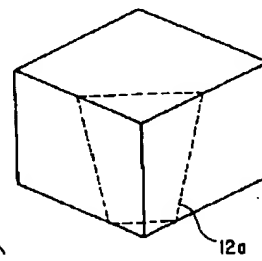
【図3】



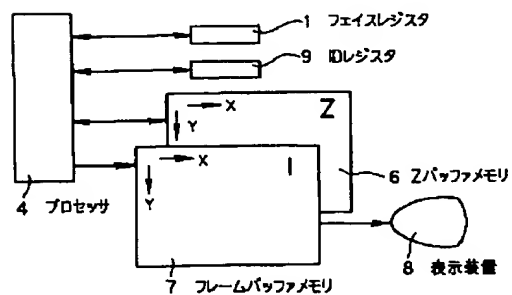
【図5】



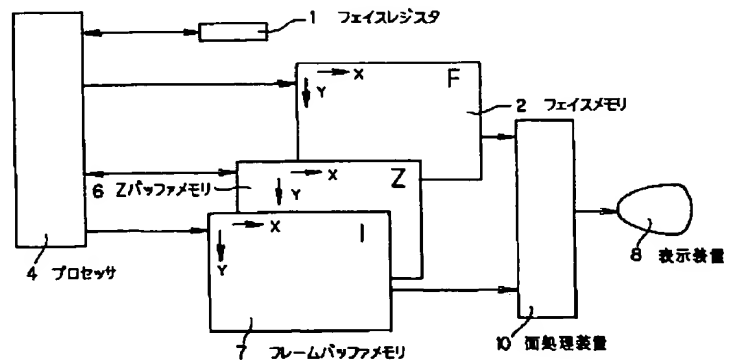
【図12】



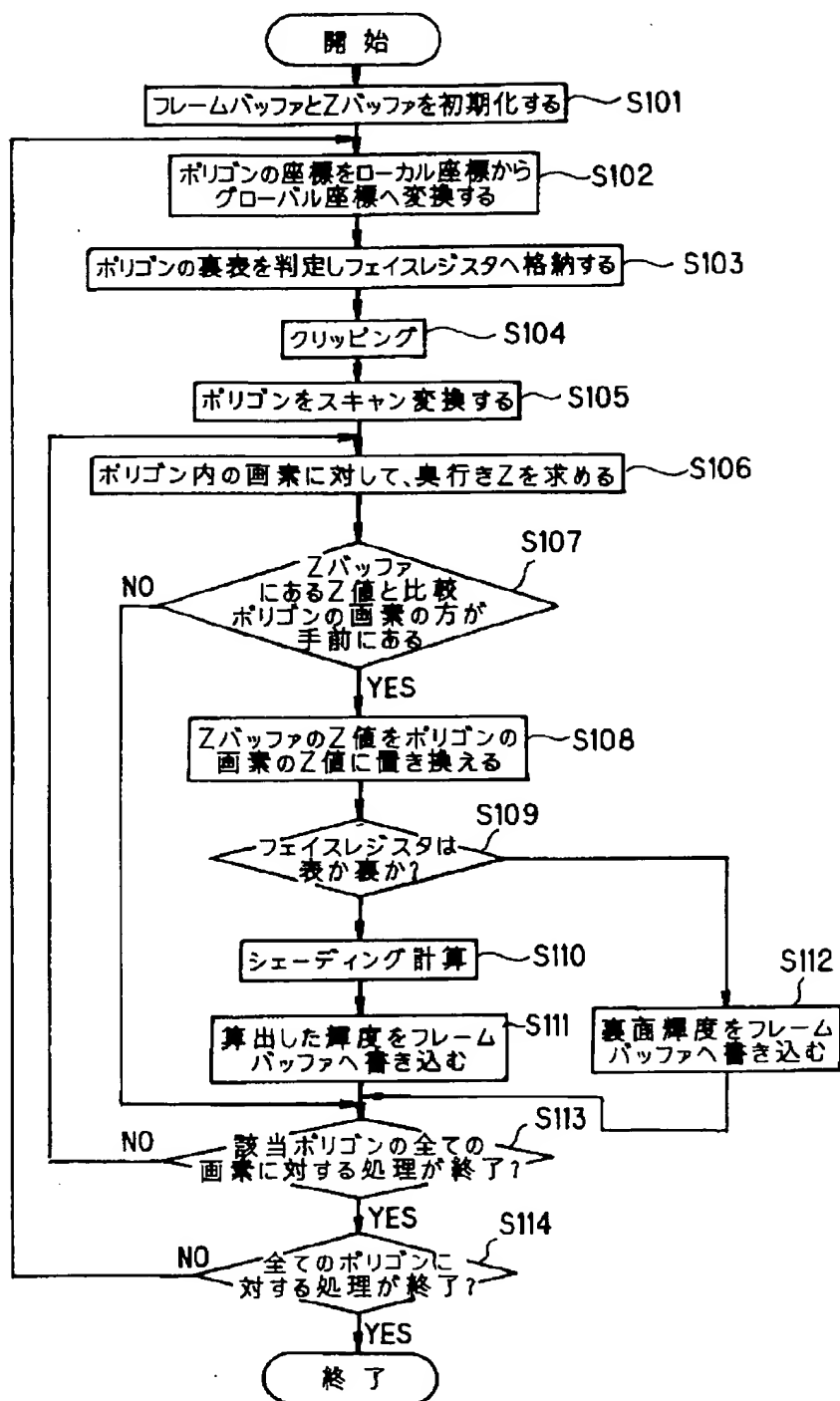
【図6】



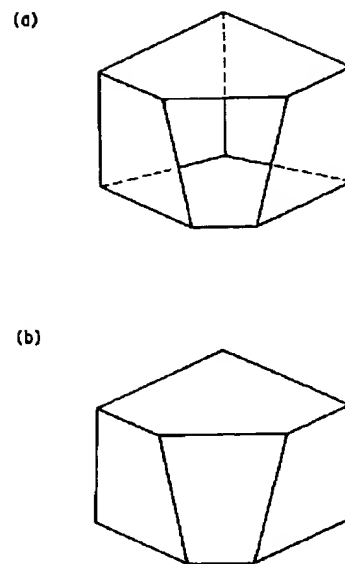
【図8】



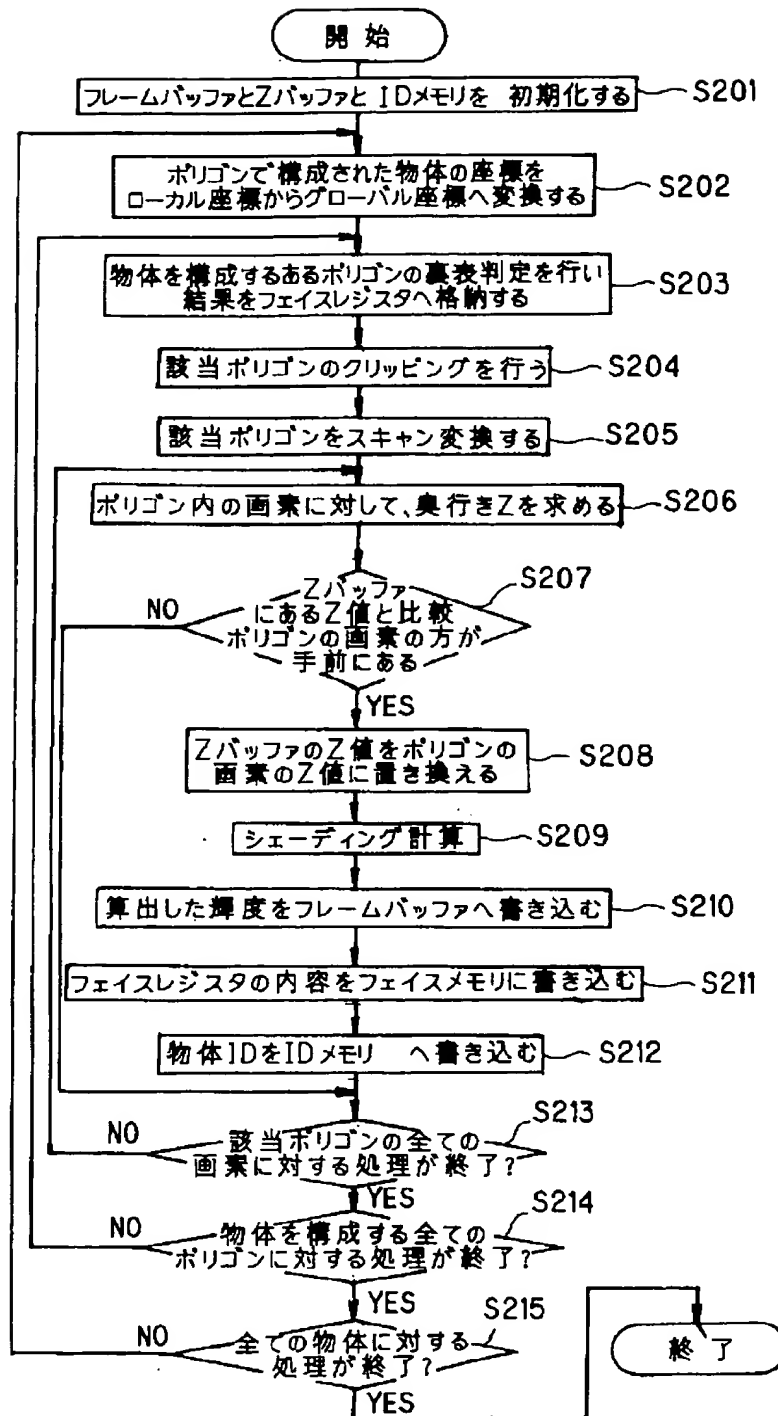
【図2】



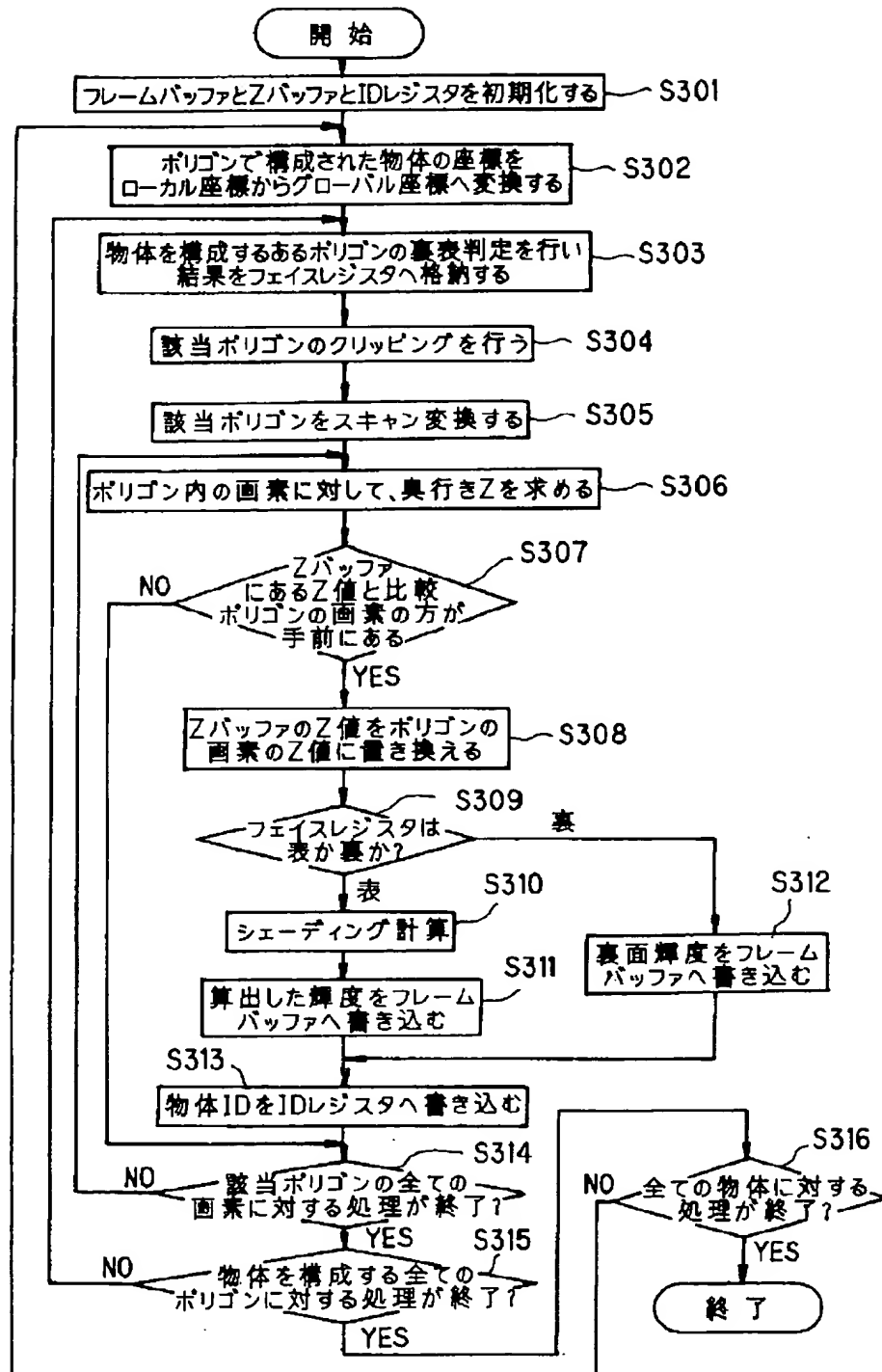
【図13】



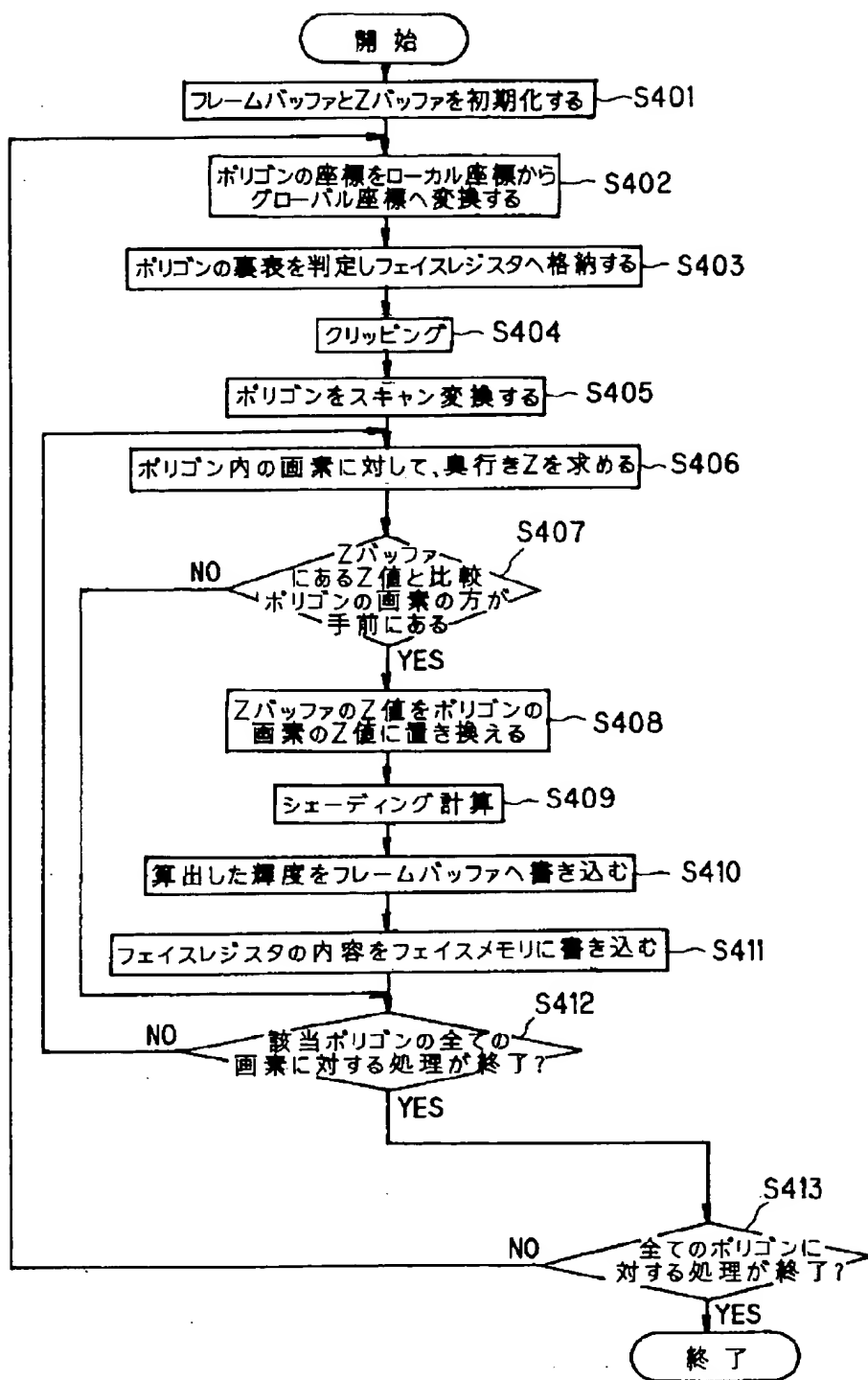
【図4】



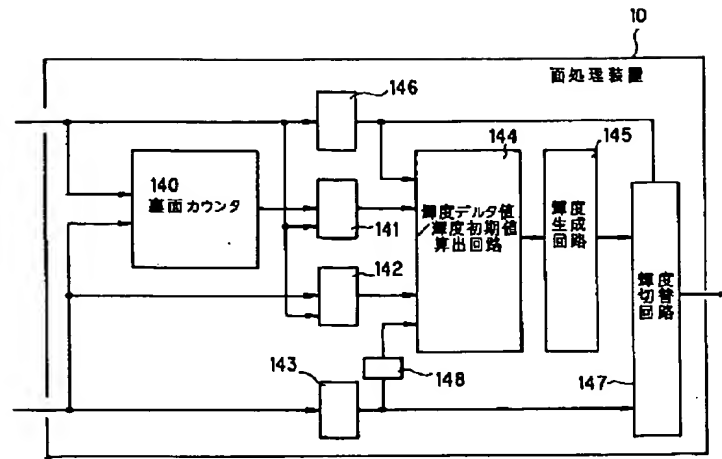
【図7】



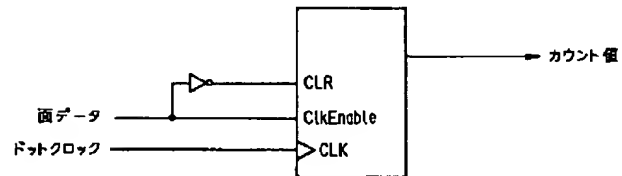
【図9】



【図10】



【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.